 ©Bot. Arbeits- und Schutzgem. Bayer. Wald e.V. & Naturw. Ver. Passau e.V.;download www.biologiezentrum.at

Kieselhölzer aus dem Donauraum zwischen Regensburg und Passau.

Alfred Selmeier, München

Die anatomische Bestimmung versteinerter Hölzer gibt Hinweise auf die Zusammensetzung der Gehölzflora vergangener Erdperioden. Berichtet wird über vorhandene Aufsammlungen von Kieselhölzern aus den Donaulandschaften und über die Methoden der Holzbestimmung. Für Arbeitsgruppen oder Privatsammler, die an der Bestimmung von fossilen Hölzern interessiert sind, werden hilfreiche Informationen angeboten. Der nachfolgende Überblick kann allerdings nur einige Grundlagen vermitteln.

1. Allgemeines

1.1 Pflanzliche Fossilreste

Aus allen Perioden der Erdgeschichte sind weltweit Reste der einstigen Vegetation nachweisbar: Blattabdrücke, Samen, Früchte, versteinerte Hölzer sowie Blütenstaub in tonigen Sedimenten. In grobkörnigen Schichten wie in Flußschottern oder Kies sind versteinerte Hölzer dank ihrer Härte oft die einzigen Zeugen versunkener Floren.

1.2 Wo findet man Kieselhölzer?

Vielfach sind es Zufallsfunde: Lesesteine auf Äckern und an Feldwegen, versteinerte Holzreste beim Abbau von Sand und Kies, in Flußschottern und Bachgeröllen, beim Straßen- und Tiefbau, im Tagebau von Bentonitgruben, seltener sind Funde nach Hangabrutschungen. Gezieltes Suchen und systematische Aufsammlungen erfolgen meist durch ortskundige Privatsammler. Viele Fundorte werden auch bei geologisch-paläontologischen Geländebegehungen, bei Kartierungen oder durch die Flurbereinigung bekannt. Weitere Informationen über Fundmöglichkeiten von Kieselhölzern siehe DERNBACH (1994), JUNG (1994), JUNG & GALL (1978) und MAGDEFRAU (1992).

1.3 Kieselhölzer aus Bayern

Franken

Die Kieselhölzer Frankens stammen aus Schichten des Erdmittelalters, vorwiegend aus Sedimenten des Keupers (Schilfsandstein, Burgsandstein). In Trias, Jura und Unterer Kreide erreichen die Gymnospermen (Nadelgehölze) die Vorherrschaft, ein Zeitraum vor 248±14 Millionen Jahren. Eine repräsentative Aufsammlung von Kieselhölzern aus dem fränkischen und südthüringischen Keuper hat VOGELLEHNER (1965) bearbeitet. Auch stammesgeschichtlich interessante Übergangsstadien der anatomischen Holzstruktur wurden unter den fränkischen Kieselhölzern entdeckt (SELMEIER & VOGELLEHNER 1968). An 1004 Kieselhölzern aus dem Gebiet von Gleismuthhausen, Landkreis Staffelstein, zeigte sich Radioaktivität (RUMPEL & ZASTROW 1982). Im ariden Keuper-Klima konnten uranhaltige Lösungen als Kationen zusammen mit Silikat-Lösungen in das Holzgewebe eindringen.

Südliches Bayern

Die Kieselhölzer aus Südbayern, es sind Laub-, Nadelhölzer und Palmen, stammen aus den jungtertiären Schichten der Erdneuzeit. Diese Holzreste waren vor 18-10 Millionen Jahren Bestandteil der damaligen Gehölzflora. Im jüngsten Abschnitt der Erdgeschichte, im Quartär, im Eiszeitalter Bayerns (JERZ 1993), kam es (nach vorherrschender Lehrmeinung) wegen zu niedrigen Außentemperaturen nicht mehr zu Holz-Verkieselungen. Bei Kieselhölzern aus eiszeitlich-fluviatilen Schottern handelt es sich daher stets um eine transportbedingte, sekundäre Lagerstätte von vorquartären Hölzern. Weltweit lassen sich versteinerte Laubhölzer geologisch erstmals in Schichten der Oberen Kreide, Beginn vor etwa 100 Millionen Jahren, nachweisen.

1.4 Vorgang der Verkieselung

Chemiker, Mineralogen, Geologen und Botaniker haben seit 1855 in mehr als 80 Publikationen den Versuch unternommen, die komplexen Vorgänge der Holz-Versteinerung theoretisch und auch experimentell aufzuklären. Der prozentuale Hauptbestandteil des Mineralisierungsmittels wird jeweils für den Namen der Versteinerung verwendet (Beispiele): Kalk-, Kiesel-, Markasit-, Phosphorit- und Pyrit-Holz. Die Kieselsäure, H_4SiO_4, ist unter den anorganischen Verbindungen das häufigste Versteinerungsmittel.

Wird die organische Holzsubstanz durch Mineralösungen teilweise oder vollständig ersetzt, so liegt eine "echte" Versteinerung vor. Die Mineralisierung hat das Zellgewebe des Holzes über Zeiträume von Jahrmillionen "strukturbietend" konserviert. Holzfunde dieser Art sind daher besonders wertvolle Objekte der Paläobotanik. Die Dünnschliffe dieser Funde zeigen im Licht- oder E-Mikroskop noch die Mikrostruktur von Zellwänden oder Tüpfeln.

Einige Voraussetzungen für die Bildung eines Kieselholzes:

a) Holz kommt im einbettenden (wasserhaltigen oder vulkanischen) Sediment durch Abschluß von Sauerstoff in eine anaerobe Lagerung,
b) höhere Temperaturen im Tertiär gegenüber heute,
c) monomolekulare Kieselsäure durchtränkt als echte Lösung das Holzgewebe,
d) das entstandene Kieselgel verwandelt sich über verschiedene Zwischenstadien ("Reifung") in Quarz (Chalcedon) und Opal (Holzopal).

Folgende Faktoren sollen die Entstehung eines Kieselholzes beeinflussen (Auswahl): Grösse der molaren H_4SiO_4-Konzentration, Löslichkeitsgleichgewicht, Temperatur, pH-Wert, einbettendes Sediment, geochemische Vorgänge im Boden, Ausflockung der SiO_2-Sole durch Metall-Elektrolyte, Wanderung der Kieselsäure vom Sediment zum Holzrest, Stadien des Holzabbaus vor der "Ein"- oder "Ver"-kieselung, eventuell im Holz vorhandene Inhaltsstoffe.

In jüngster Zeit wird die Entstehung von Kieselhölzern wieder kontrovers diskutiert. Die Hypothese von HARDER (1993), vorgestellt im Beitrag "Zur Entstehung von verkieselten Hölzern", wird von LANDMESSER (1994; Zur Entstehung von Kieselhölzern) ausführlich erörtert und abgelehnt. Interessierte Leserinnen und Leser, vor allem Mineralogen und Chemiker, finden in den beiden Publikationen neue Aspekte eines faszinierenden Themas. Einige Inhalte der Theorie von LANDMESSER (1994): Kieselholzbildung ist vor allem ein Einkieselungsprozeß der Hohlräume (also nicht "Ver"-kieselung), Kieselhölzer entstehen bei niedrigen Temperaturen, SiO_2-Anreicherung im Porenlösungsnetz nach dem "Prinzip der Mobilisation durch Reifung" oder nach dem "Prinzip der Mobilität durch Metastabilität", verschiedene Stadien der Auskristallisation betreffend.

Über experimentelle Befunde beim Holzabbau und bei der Holzversteinerung berichtet FENGEL (1991) unter Berücksichtigung der interessanten Ergebnisse von fünf japanischen Forschern (FURUNO, WATANABE et al.; 3 Publikationen: 1986, 1986, 1988).

1.5 Herkunft der Kieselsäure

Stellt man die Frage nach der Herkunft der Kieselsäure, so ist vor allem die Verwitterung der silikathaltigen Feldspäte, z. B. $AlSi_3O_8$, zu erwähnen. Wichtige Lieferanten sind ferner die Mineralien vulkanischer Aschen (Porphyrtuffe, Rhyolithe). Mineralquellen des Alpenvorlandes führen etwa 16-32 mg/l Kieselsäure, die nordalpinen Grundwasserströme der eiszeitlichen Schotterflächen zeigen Werte von 12-15 mg/l. Ob im konkreten Fall einer vorliegenden Holzprobe geologische Zeiträume oder Jahrhunderte für eine Verkieselung erforderlich waren, ist in der Fachliteratur immer wieder Gegenstand von Überlegungen. Mehrfach wurde auch experimentell versucht, die Kieselholzbildung im Labor zu erreichen ("Langzeitexperimente der Natur"). Der spektakuläre Ausbruch des Vulkans Mount St. Helens in Nordamerika vernichtete und überdeckte 1980 ein großes Waldgebiet. Die im Vulkanschlamm eingebetteten Hölzer zeigten bei Elementanalysen bereits nach wenigen Jahren beachtliche Mineralabscheidungen. Bemühungen, die Kieselholzgenese aufzuklären, werden an diesem Material von amerikanischen Forschern mit modernsten Methoden fortgesetzt.

 ot. Arbeits- und Schutzgem. Bayer. Wald e.V. & Naturw. Ver. Passau e.V.;download www.biologiezentrum.at

1.6 Untersuchungsmethoden

Geschichtliches: In seinem Werk "Micrographia" zeigt ROBERT HOOKE u. a. erstmals (1665) zwei Abbildungen mit den Zellen eines versteinerten Nadelholzes im Anschliff. Ein großer Fortschritt war die "Erfindung", versteinerte Hölzer so dünn zu schleifen, bis sie lichtdurchlässig sind. Unter Verwendung von Kanadabalsam (Rindensubstanz von Tannen) wurde diese Technik 1830 vom Engländer W. NICOL (1768-1851) in Edinburgh entwickelt. R. HOOKE (1665) hatte nur Anschliffe im reflektierten Auflicht, W. NICOL (1830) dagegen verwendete lichtdurchlässiges Gestein im durchfallenden Licht. Mit großer Begeisterung übernehmen die Paläontologen in der Folgezeit die neue Dünnschlifftechnik (WITHAM 1831). Anatomische Strukturen der Fossilfunde sind, ähnlich wie bei rezenten Hölzern, in allen Einzelheiten sichtbar geworden. Welche Bedeutung das Mikroskop in der Geschichte der Geowissenschaften spielte, ist in einer Publikation von PFAFFL (1985) anschaulich geschildert. Drei verschiedene Methoden bieten sich an, um versteinerte Hölzer zu untersuchen. Anleitungen für die Laborpraxis dieser Methoden siehe MERBELER (1984).

Anschliffe

Es ist sinnvoll, ein Kieselholz zunächst quer, also "senkrecht zur Holzfaser"zu schneiden. Wie bekannt, werden die Schnittflächen mit geeigneten Schleifmitteln geglättet und poliert. Mit Lupe oder Binokular kann man nun millimetertief in das dreidimensionale Holzgewebe blicken.

Dünnschliffe

Für eine wissenschaftlich abgesicherte Holzbestimmung sind Dünnschliffe erforderlich. Die Grundlage jeder Holzbestimmung, rezent wie fossil, ist eine Schnittführung in den Richtungen quer (Q), tangential (T) und radial (R). Sind mehrere Proben zu bearbeiten, so ist es zweckmäßig, zunächst nur Querschliffe anzufertigen. Bereits der Querschliff läßt erkennen, ob das Holz für eine anatomische Bestimmung ausreichend erhalten geblieben ist. Der zusätzliche Arbeitsaufwand für T- und R-Schliffe ist nur bei gut erhaltenem Holzgewebe sinnvoll.

Peel-Methode

Geglättete Flächen der Holzprobe werden mit Fluß- oder Salzsäure in Berührung gebracht. Hierdurch wird das Gestein etwas angelöst, nicht jedoch die Reste der organischen Holzsubstanz. Es kommt dadurch zu einer sehr kleinen Reliefbildung. Nun trägt man Cellulose-Acetat auf die angeätzte Gesteinsfläche. Das abziehbare Häutchen ("Peel") zeigt das konservierte Zellgewebe des versteinerten Holzes. Das bruchsichere Häutchen, übertragen auf einen Objektträger, ist für Durchlicht-Mikroskopie geeignet. Handelsübliche Folien, 0,08-0,1 mm dick, erleichtern die Arbeit.

1.7 Warum sieht man das Holzgewebe ?

Spuren oder Teile der organischen Holzsubstanz bleiben bei der Kieselholzbildung als Gewebe erhalten. Der Farbton ist hier anders, meist dunkler als im Innenraum der Zellen. Dadurch ist die Zellstruktur in den Dünnschliffen mikroskopisch sichtbar geblieben. Bei stark ausgebleichten Kieselhölzern fehlt diese Farbdifferenzierung. Mit organischen Substanzen, wie Malachitgrün, Methylenblau, Gentianaviolett oder Safranin, kann das ursprünglich kontrastarme Holzgewebe im Labor angefärbt und somit mikroskopisch wieder sichtbar gemacht werden.

2. Kieselhholzfunde zwischen Regensburg und Passau

Der Begriff "Donauraum" oder "Donaulandschaften" berücksichtigt in diesem Beitrag auch Fundorte die außerhalb des unmittelbaren Bereichs der quartären Donauablagerungen liegen. Ausgewählt wurden Fundorte von Kieselhölzern, gelegen auf folgenden Blatt-Nummern der Topographischen Karte von Bayern 1: 25 000:

6643 Furth i. Wald, 6938 Regensburg, 6939 Donaustauf, 6940 Wörth a. d. Donau, 7038 Bad Abbach, 7039 Mintraching, 7040 Pfatter, 7041 Münster, 7042 Bogen, 7139 Aufhausen, 7140 Geiselhöring, 7141 Straubing, 7142 Straßkirchen, 7143 Deggendorf, 7144 Lalling, 7243 Plattling, 7244 Osterhofen, 7343 Eichendorf, 7344 Pleinting, 7345 Vilshofen, 7444 Aidenbach, 7445 Ortenburg, 7446 Passau, 7447 Obernzell, 7546 Neuhaus a. Inn.

Abb. 1.
Herr Heinz Haberda bei der Suche nach Kieselhölzern in Gries bei Niederalteich, Oktober 1992.

©Bot. Arbeits- und Schutzgem. Bayer. Wald e.V. & Naturw. Ver. Passau e.V.;download www.biologiezentrum.at

2.1 Aufsammlungen

Fundgebiet Regensburg

Relativ wenige Kieselhölzer sind aus dem Donauraum von Regensburg bekannt. Sie stammen u. a. aus Regensburg, Seedorf, Sinzing und den etwas abseits (südlich) gelegenen Orten Allkofen, Gansbach, Hagelstadt, Inkofen, Niederleierndorf, Obergraßlfing und Triftlfing. Auf dem Hängenberg bei Bad Abbach konnten Kieselhölzer als Lesesteine gesammelt werden (leg. W. Jung, A. Selmeier). Donauabwärts in Richtung Straubing sind die Fundorte Niedergebraching, Parkstetten und Kirchroth zu nennen.

Fundgebiet Deggendorf

Die Kieselhölzer liegen, äußerlich meist schwer erkennbar, in den quartären Kies- und Geröllablagerungen der Donau (Abb. 1). Der fluviatile Transport hat die Hölzer gerundet, geglättet und teils poliert. Die größte Aufsammlung, etwa 1200 Einzelfunde, ist Eigentum von Herrn Heinz Haberda, Deggendorf. Die große Sammlung Haberda ist das Ergebnis einer jahrelangen, systematischen Geländebegehung im Gebiet von Deggendorf. Fundorte: Dirnberg (7344), Fehmbach (7143), Gries-Süd/Nord (7244), Hammerbach (7446), Höch (7446), Mettenhausen (7342), Natternberg (7143), Oberhitzling (7644), Pfennigbach (7446), Ponau (7244), Sammern (7243), Seebach (7244), Stauffendorf (7143), Steinfürth (7142), Uttenkofen (7143), Winzer, Donauschlaufe (7244).

Bemerkungen: Fundpunkte, Maße der Kieselhölzer, Färbung und Holzstruktur sind mit Akribie protokolliert. Von besonderem Interesse sind in der Sammlung Haberda verkieselte Reste der ausgestorbenen Farngattung *Tempskya corda*. Aufbewahrung der Sammlung bei Herrn Heinz Haberda, D-94469 Deggendorf. Über Aufsammlungen im Donauraum von Deggendorf und über die Geologie des Fundgebietes berichten HABERDA (1982), GREGOR & HABERDA (1993), SCHMOTZ et al. (1983) und UNGER (1991).

Fundgebiet Passau

In der Region Vilshofen sind u. a. die Fundorte Alkofen und Aidenbach zu erwähnen. Die umfangreichsten Aufsammlungen stammen im Donauraum von Passau aus dem Ortenburger Schotter und aus dem Neuburger Wald. Einige Kieselhölzer wurdem im Stadtgebiet von Passau (Grubweg) gefunden.

- Rauscheröd

Durch seinen Fossilreichtum ist das "Sand- und Kieswerk Rauscheröd Ulrich Alex GmbH" bei Ortenburg allgemein bekannt. Schwemmholz und Tierreste kamen nach GRIMM (1977) durch einen Fluß im Restmeer der Oberen Meeresmolasse (OMM) als Deltaschüttung zur Ablagerung. Nach UNGER (1976, 1979, 1983, 1989) ist die Ablagerung des Ortenburger Schotters anders zu interpretieren. Der "Ortenburger Schotter" ist 5-10 km breit, bis zu 50 m mächtig, Herkunft eindeutig alpin. Über 10000 kg Schlämmgut wurden allein zur Auswertung von Zoofossilien geborgen. Die Kieselhölzer von Rauscheröd sind innerhalb des süddeutschen Molassebeckens besonders wertvoll (Abb. 2). Es ist die umfangreichste Kieselholzaufsammlung von einem stratigraphisch gesicherten, zoodatierten Fundort. Als geologisches Alter werden etwa 18,5 Millionen Jahre angenommen (Oberes Ottnang bis tieferes Karpat, europäische Säugerzone MN 4b).

Bemerkungen: Die Sammlung R. Baumgartner umfaßt etwa 220 Kieselhözer und ist Eigentum der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie, München. Weitere Aufsammlungen im Ortenburger Schotter tätigten Mitarbeiter der Firma Ulrich Alex GmbH, ferner mehrere ortskundige Privatsammler sowie W. Jung und F. Pfeil. Die wertvollen Tierfossilien der Sammlung R. Baumgartner haben PFEIL & WERNER (1991) beschrieben und abgebildet. Die Schichtenfolge der jungtertiären Molasse zwischen Vilshofen und Passau erläutern HAGN, HEISSIG & SCHLEICH (1990), die Kleinsäuger-Faunen von Rauscheröd bearbeiteten ZIEGLER & FAHLBUSCH (1986).

- Neuburger Wald

Der Neuburger Wald bei Passau, etwa 5 km südlich der Donau gelegen, ist ein hügeliges von mehreren Bächen zertaltes Gebiet. Es fällt zum Inn steil ab und ist mit Fichte, Tanne, Buche und Kiefer bewaldet. Die höchste Erhebung, der Hainberg, erreicht 485 m NN. Das kristalline Grundgebirge ist weithin von groben Schottern des Tertiärs bedeckt. Die Kieselhölzer liegen vorwiegend als Lesesteine in den Einschnitten von Bächen (Hammerbach, Steinbach). Ortskundige Geologen deuten das Alter der Hölzer als oberes Miozän oder Pliozän. Über die Geologie des Neuburger Waldes berichten

Abb. 2
Verkieselter Stammrest aus Rauscheröd, 1,72 Meter, *Carapa* (Mahagoni), Familie *Meliaceae*. -Aufnahme F. Höck, München.

BAUBERGER & UNGER (1984). Mehr als 40 verkieselte Edelkastanien-Hölzer, derzeit weltweit die größte Aufsammlung dieser Gattung, stammen aus den Schottern des Neuburger Waldes. Erwähnenswert ist auch ein verkieseltes Pappel-Holz, ein Erstfund dieser Gattung innerhalb des nordalpinen Molassebeckens.

Bemerkungen: Die erwähnten Kieselhölzer des Neuburger Waldes sind Bestandteil der Aufsammlungen durch F. Pfeil. Kieselhölzer wurden auch in Höch, in benachbarten Regionen von Oberösterreich und im Gebiet von Braunau a. Inn gefunden.

Weitere Aufsammlungen

a) Donauraum von Ulm bis Regensburg:

Die umfangreichsten Aufsammlungen von Kieselhölzern stammen aus den obermiozänen Donaulandschaften der Südlichen Frankenalb (Sammlungen L. Fruth, P. Holleis) und den südlich angrenzenden Regionen. Erst in jüngster Zeit wurden zusätzlich 2200 Einzelstücke aus dem Gebiet von Neuburg a. d. Donau bekannt, einzeln quer geschnitten und inventarisiert (Sammlung Ludwig Lang). Es ist jene Donauregion, aus der in Bayern erstmals ein tertiäres Kieselholz anatomisch beschrieben wurde (FELIX 1882).

 ot. Arbeits- und Schutzgem. Bayer. Wald e.V. & Naturw. Ver. Passau e.V.;download www.biologiezentrum.at

Das Kieselholz, ein Walnußholz wie Nachuntersuchungen der Originalschliffe zeigten, stammte aus Wagenhofen bei Neuburg a. d. Donau.

b) Donauraum Passau bis Wien und angrenzende Österreichische Molasse:

Es existieren umfangreiche Aufsammlungen von Kieselhölzern. Nachfolgende Fundortliste erhebt keinerlei Anspruch auf Vollständigkeit. Die Liste könnte durch ortskundige Sammler erheblich erweitert und ergänzt werden.

Fundorte (Auswahl): Altenmarkt, Auersthal, Bachmanning, Drasenhofen, Eggenburg, Freistadt, Gallspach, Hausruckschotter (Grieskirchen, Schernham bei Haag, Redleiten, Ried, Vöklabruck), Hollabrunn, Horner Becken (Fürwald, Wild), Koberaußenwald, Lainitz bei Gmünd, Region zwischen Linz und Peuerbach, Niederabsdorf, Prambachkirchen, Rabensburg, Stazendorf, östliches Weinviertel (Bernhardsthal, Zistersdorf). Die Kieselhölzer werden u. a. in öffentlichen oder kirchlichen Sammlungen aufbewahrt (Landesmuseum Linz, Kremsmünster, Stift Lambach).

Weitere Aufsammlungen durch ortskundige Privatsammler, z. B. F. Pfeil (Efferding, Bruck, Bad Schallerbach), E. Reiter (Fundgebiete in Oberösterreich), Hermann Haider (siehe REITER 1989: 34); Walter Kaisereder und Walter Messner (Fundgebiet Braunau a. Inn). Weitere Informationen siehe CICHOCKI (1988, 1992), REITER (1980, 1986, 1989), SELMEIER (1995).

c) Ein echter Bodenfund aus Furth im Wald:

Ein 22 cm langes Kieselholz, maximaler Durchmesser 12 cm, lag 300-400 m östlich der Stadtgrenze von Furth i. Wald im Gebiet der flachen Talaue des Chambbaches, Flurplan Nr. 630. Der Bauer Max Schmatz aus Furth i. Wald stieß 1948 inmitten einer trockenen Mulde mit dem Spaten auf das Kieselholz, dessen Bedeutung der damalige Stadtsekretär und Altertumssammler Sebastian Scheurer erkannte. Das Geologische Institut Erlangen wurde von Amtmann Herbert Lindner aus Schwarzenberg, einem ortskundigen Kenner der geologischen Verhältnisse, auf den Fund aufmerksam gemacht.

Das Holz stimmt in allen seinen anatomischen Merkmalen mit *Dadoxylon keuperianum* Endlicher (=*Araucarioxylon keuperianum* Kraus) überein. Das Keuperholz liefert nach MÄGDEFRAU (1960) einen unmittelbaren Beweis dafür, daß die Sedimente der Trias "weit auf das Alte Gebirge im Osten gereicht haben müssen".

2.2 Gehölzarten

Die Flora Mitteleuropas veränderte sich im Tertiär von einer paratropischen Vegetation über Zwischenstufen zu einer klimatisch gemäßigten Vegetation. Die Veränderung der paläogeographischen Verhältnisse war begleitet von einem allmählichen, allerdings nicht linearen Absinken der Jahresmitteltemperaturen.

In der Tertiärflora der Nordhalbkugel können zwei Einheiten unterschieden werden

- eine sommergrüne, arktotertiäre Flora im Norden
- eine immmergrüne, paläotropische Flora im Süden.

Wie der Paläobotaniker W. JUNG (1984: 37) formuliert, ist die Florengeschichte des Tertiärs die Geschichte der Wanderung und Durchdringung der beiden Floren. Unter den Kieselhölzern der Donaulandschaften und der angrenzenden Gebiete sind Gehölzarten der beiden Florenbereiche holzantomisch nachgewiesen. Die geographische Lage einiger Fundorte zeigt Abb. 3.

Zur sommergrünen, arktotertiären Flora gehören laubabwerfende Juglandaceen, Pappeln, Platanen, Ulmen und ringporige Eichen vom Weißeichen-Typ aus der Sektion *Lepidobalanus* (Abb. 4).

Unter den Kieselhölzern aus Rauscheröd zeigt die xylem-anatomische Analyse vorwiegend Gehölze, die eine immergrüne, paläotropische Vegetation repräsentieren: Palmen (JUNG 1979, 1981) sowie "exotische" Laubgehölz-Gattungen aus den Familien der *Bombacaceae*, *Meliaceae*, *Lauraceae* und *Tiliaceae*. Die charakteristischen, holzanatomischen Merkmale dieser Laubhölzer, z. B. tangentiale Parenchymbänder im Querschnittsbild, sind unter den arktotertiären Gehölzen unbekannt. Aus Rauscheröd stammen mehrere verkieselte "Mahagoni"-Funde aus der pantropisch verbreiteten Familie der *Meliaceae* (Abb. 5 u. 6). Der Begriff "Mahagoni" ist eine unspezifische Gruppenbezeichnung für (rotbraune) Handelshölzer aus 4 verschiedenen Familien (*Burseraceae*, *Dipterocarpaceae*, *Meliaceae*, *Sterculiaceae*). Aus Rauscheröd stammen auch holzanatomisch exotische *Tiliaceen*-Funde der Gattung *Grewia*, die bisher fossil nur aus Japan, Indien, Birma und Vietnam vorliegen.

Die zerstreut- bis halbringporigen *Lithocarpus*-Hölzer vom Hängenberg bei Bad Abbach sind Gehölzreste von immergrünen Eichen. Sie leben heute mit etwa 50 Arten als mächtige Bäume in den Bergwäldern des sino-japanischen und indo-malayischen Florengebiets. Nur eine Art von *Lithocarpus* ist in Kalifornien verbreitet.

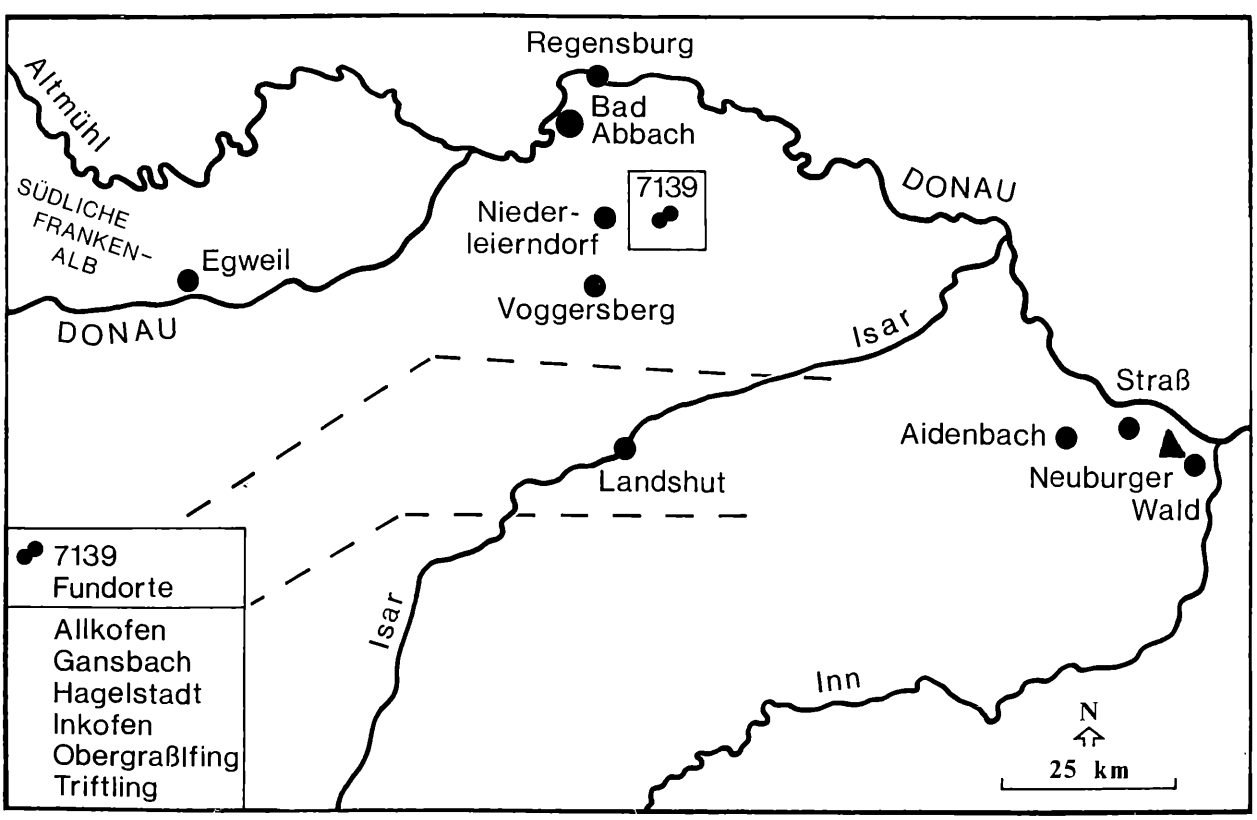

Abb. 3: Geographische Lage der Fundorte von verkieselten Weiß-, Rot- und immergrünen Eichen sowie von verkieselten Edelkastanien-Hölzern (Neuburger Wald); Dreieck Fundstelle Rauscheröd. -Zeichnung K. Dossow, München.

 ©Bot. Arbeits- und Schutzgem. Bayer. Wald e.V. & Naturw. Ver. Passau e.V.;download www.biologiezentrum.at

An den Kieselhölzern der Donaulandschaften wurde mehrfach versucht, aus der Breite von Zuwachszonen (Abb. 7) die topographische Herkunft der Holzprobe zu ermitteln (Stamm, Wurzel, Ast).

Nicht unerwähnt soll bleiben, daß durch Kristallisationsvorgänge das Holzgewebe vielfach zerstört ist (Abb. 8). Weitere Informationen, siehe Schriftenverzeichnis (GREGOR 1983; SEITNER 1987; SELMEIER 1968-1995).

Ergänzend wird auf eine interessante Entdeckung verwiesen. Unter den abgerollten Kieselhölzern aus dem Raum Deggendorf sind fünf Reste der ausgestorbenen Farngattung *Tempskya*. Sie wurden von Herrn H. Haberda in einer Kiesgrube nordwestlich von Niederalteich gefunden. Die Farngattung *Tempskya* gehört nach JUNG (1983) zu den sonderbarsten Erscheinungen der vorzeitlichen Pflanzenwelt (Abb. 9). Die Stämme der ausgestorbenen Gattung waren mindestens 40 cm dick, Höhe 4,5 m. Nach JUNG (1983) kommen für die südbayerischen *Tempskya*-Funde als primäres Stratum "nur Sedimente der alpinen Kreide" in Frage. Für das Abtragungsgebiet wird ein feuchtwarmes Hochland postuliert. - Bereits 1974 wurde in spätwürmeiszeitlichen Schottern Münchens (leg. H. Obermüller) ein *Tempskya*-Geröll entdeckt. Weitere Informationen über *Tempskya*-Funde siehe HABERDA (1982), HOLLEIS & GREGOR (1986) und JUNG (1983).

2.3 Liste der Fundorte

Aus den Donaulandschaften zwischen Regensburg und Passau sind derzeit mehr als 50 Fundorte von Kieselhölzern bekannt. Über 1000 Einzelfunde stammen aus den Donauschottern bei Deggendorf, etwa 250 Einzelstücke lieferte der große Aufschluß Rauscheröd bei Ortenburg. Die nachfolgend aufgelisteten Fundorte (Seite 14) könnten durch ortskundige Sammler ergänzt werden:

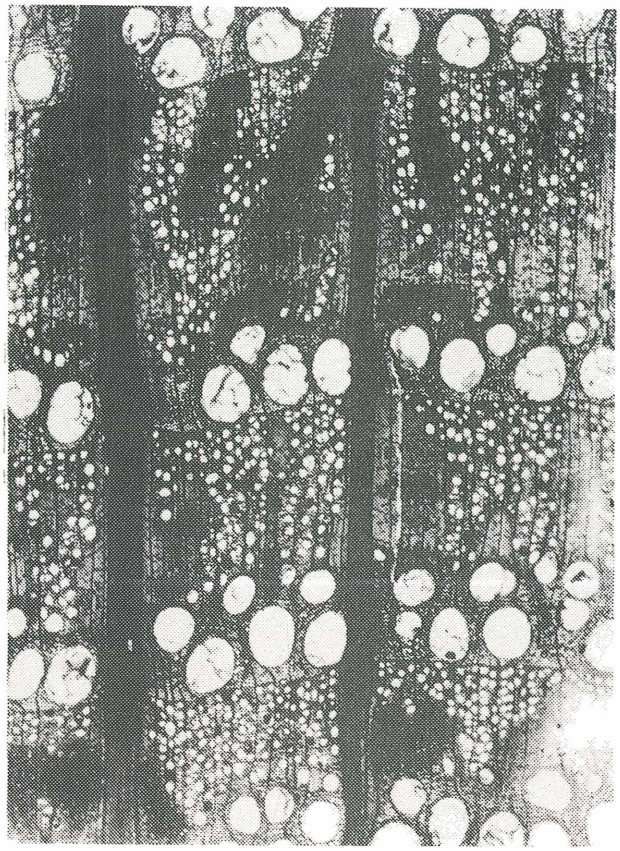

Abb. 4:
Querschliff. Verkieseltes Weißeichen-Holz aus der Ziegelei Familie Huber/Obermillacher in Aidenbach. BPS 1963 I 375; x 20. - Aufnahme A. Selmeier.

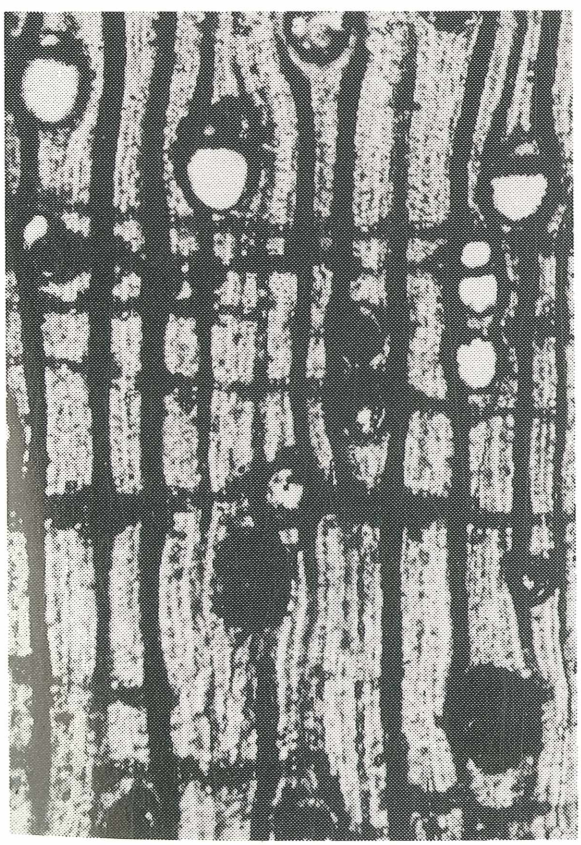

Abb. 5.
Querschliff. Verkieseltes Mahagoni-Holz, Familie *Meliaceae*, Gattung *Carapa*, aus Rauscheröd; x 50. - Aufnahme A. Selmeier.

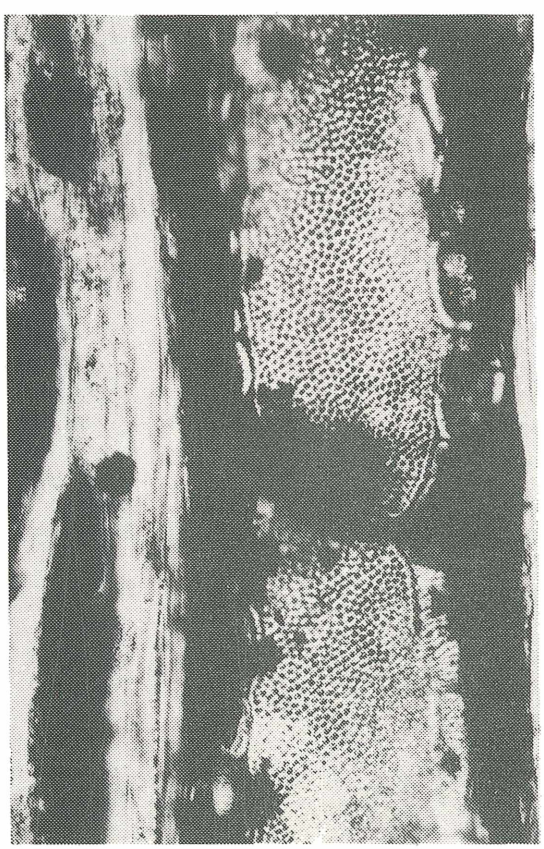

Abb. 6
Tangentialschliff. Hoftüpfel, Durchmesser ca. 4µm, sind auf den Zellwänden der Gefäße des Mahagoni-Holzes aus Rauscheröd erhalten geblieben; x 230. - Aufnahme A. Selmeier.

 ot. Arbeits- und Schutzgem. Bayer. Wald e.V. & Naturw. Ver. Passau e.V.;download www.biologiezentrum.at

Aidenbach	7444	Linden	7445
Alkofen	7344	Maierhof	7445
Allkofen	7139	Natternberg	7143
Bad Abbach	7038	Neuburger Wald	7446
Blindham	7445	Niederalteich	7244
Dirnberg	7344	Niedergebraching	7038
Dorfbach	7445	Obergraßlfing	7139
Dornach	7343	Oberisling	7038
Forst Steinkart	7445	Ortenburg	7445
Eggmühl	7139	Passau	7446
Forsthart	7343	Pfennigbach	7446
Fürstenzell	7445	Ponau	7244
Furth i. Wald	6643	Ponholz	6838
Gansbach	7139	Rauscheröd	7445
Habersbrunn	7343	Regensburg	6938
Hagelstadt	7139	Schloßberg	7445
Hainberg	7445	Schwanenkirchen	7244
Hainsbach	7140	Schwanham	7444
Hammerbach	7446	Seebach	7244
Harriberg	7344	Seedorf	7038
Hartkirchen	7343	Semerskirchen	7139
Hengersberger Bucht	7244	Sinzing	7038
Hierling	7445	Steinfürth	7142
Hinding	7445	Straß	7445
Hinterhainberg	7445	Triftling	7139
Höch	7446	Vilshofen	7345
Inkofen	7139	Vilsschotter	7344
Irnkofen	7139	Voglarn	7445
Jederschwing	7245	Wallkofen	7139
Kirchroth	7041	Winzer	7244
Kohlbruck	7446	Zöls	7445
Kuffing	7343		

3. Wie bestimmt man Kieselhölzer ?

Die Alltagssprache verwendet für Stämme, Äste und Wurzeln den Sammelbegriff "Holz". Anatomisch betrachtet, ist Holz jedoch nur jener spezielle Gewebeanteil eines Baumes, der in jahreszeitlichem Rhythmus von einer teilungsfähigen Zellschicht (Kambium) nach innen, also in Richtung Mark, abgesondert wird (Abb. 10). Mit Ausnahme großer Stammstücke, bestehen nahezu alle Kieselholzfunde nur aus diesem speziellen Gewebe, benannt als "Xylem" in der botanisch-wissenschaftlichen Fachsprache. Ein Kieselholz ist somit nur ein versteinerter Teilbereich (Xylem) des einst lebenden Baumes. Dieser Xylemteil (Holz) zeigt eine genetisch gesteuerte, fast unüberschaubare Vielfalt in der Ausprägung anatomischer Merkmale. Diese Merkmalskombinationen sind verschieden je nach Familie, Gattung oder Art. Nur deshalb besteht überhaupt die Möglichkeit ein Holz aufgrund anatomisch-mikroskopischer Merkmale zu bestimmen (Xylem-Bestimmungs-Methode).

3.1.Nadel-, Laubholz oder Palme ?

Nadelhölzer

Nadelhölzer haben einen sehr einfachen und regelmäßigen, homogen-monotonen Zellaufbau. Es gibt nur 2 verschiedene Zelltypen ("Bausteine"): Tracheiden und Parenchymzellen.

Tracheiden bilden 90-94% des Holzkörpers. Die axial (vertikal) ausgerichteten Längstracheiden (Holzfasern) dienen im Frühjahr vorwiegend der Wasserleitung, im Spätsommer vorwiegend der Festigung. Die Zellen der Frühholztracheiden sind daher dünnwandig und groß (weitlumig), die im Spätsommer produzierten Faserzellen sind dickwandig und in radialer Richtung abgeflacht (englumig). Diese jahreszeitlich wechselnde Gestalt der Holzfasern erzeugt im Querschnittsbild die sog. Zuwachszonen (Jahresringe). Von der Rinde in radialer Richtung zum Mark verlaufende meist dunkle Parenchymzellen (Holzstrahlen) unterbrechen das monotone Grundgewebe. Die rezenten Nadelgehölze (Gymnospermen, Koniferen) verteilen sich mit etwa 550 Arten auf 10 Familien: *Ginkgoaceae*, *Araucariaceae*, *Cephalotaceae*, *Cupressaceae*, *Phyllocladaceae*, *Pinaceae*, *Podocarpaceae*, *Sciadophytaceae*, *Taxaceae* und *Taxodiaceae*.

Für die mikroskopische Bestimmung der Nadelhölzer müssen mehrere anatomische Merkmale an Q-, T- und R-Schliffen kontrolliert werden (Beispiele):

Ist der Übergang vom Früh- zum Spätholz innerhalb einer Zuwachszone kontinuierlich oder abrupt (Q) ?
Sind die Querschnittsformen der Holzfasern überwiegend eckig oder rundlich (Q) ?
Anordnung und Form eventuell sichtbarer Tüpfel auf den Wänden der Holzfasern (R, T) ?
Sind die Holzfasern mit Spiralverdickungen verstärkt (R, T) ?
Sind vertikal verlaufende Harzgänge sichtbar (Q, R) ?
Sind die Zellen der Harzgänge dick- oder dünnwandig (Q) ?
Wieviele Zellen breit bzw. hoch sind die Holzstrahlen (T) ?
Sind Kreuzungsfeldtüpfel sichtbar (R) ?
Form und Anzahl der Tüpfel je Kreuzungsfeld (R) ?

Die axial orientierten Fasern (Tracheiden) kreuzen die waagrecht verlaufenden Holzstrahlen. Bei Kontakt dieser zwei Zellarten entstehen rechteckige Radialwandflächen (Kreuzungsfelder) mit Tüpfeln. Die Form dieser Tüpfel ist ein diagnostisch entscheidendes Merkmal für die Bestimmung der Nadelholzfamilie, z. B. *Cupressaceae*, *Pinaceae*, *Podocarpaceae*, *Taxodiaceae*. Die Bestimmung versteinerter Nadelhölzer ist nur möglich, wenn die Kreuzungsfeldtüpfel erhalten geblieben sind. Notfalls müssen zusätzliche Schliffe angefertigt werden.

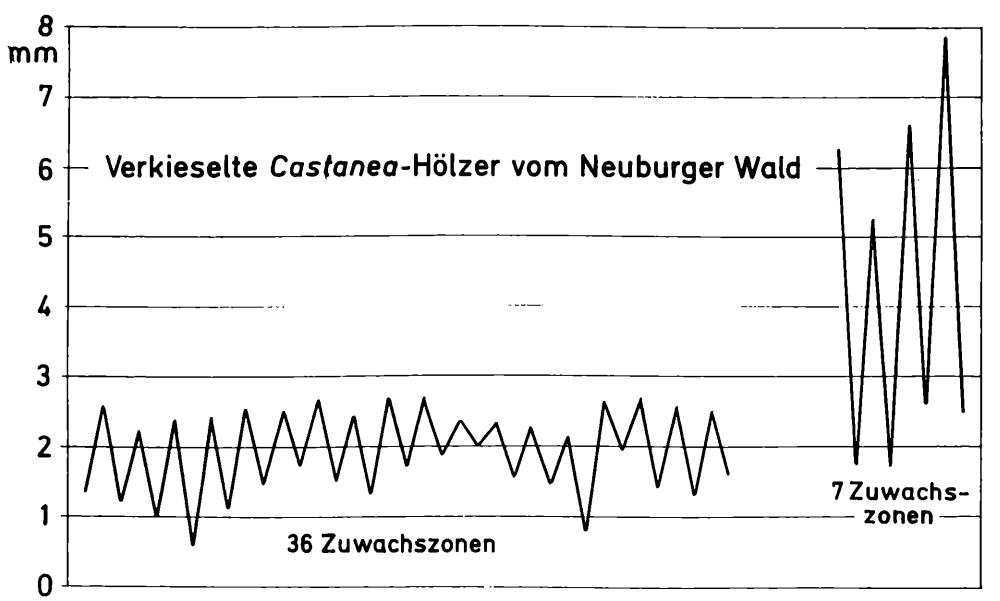

Abb. 7
Edelkastanien-Hölzer. Durch Messung der Zuwachsbreite aufeinanderfolgender Jahresringe kann mit einiger Sicherheit auch bei Kieselhölzern Wurzelholz vom Stammholz (rechts) unterschieden werden.

©Bot. Arbeits- und Schutzgem. Bayer. Wald e.V. & Naturw. Ver. Passau e.V.;download www.biologiezentrum.at

Laubhölzer

Baumförmige Gymnospermen (Nadelhölzer) haben sich vor etwa 260 Millionen Jahren in einem relativ kühlen Klima des Perm entwickelt. Unter heiß-schwülen Klimabedingungen entstanden in der mittleren Kreidezeit vor etwa 100 Millionen Jahren die Laubhölzer. Sie erreichen bereits im Tertiär ein vorher nie dagewesenes Ausmaß an anatomischer Differenzierung. Die Vielzahl der Gewebekombinationen machte die Laubhölzer anpassungsfähiger im Vergleich zum monotonen Tracheidenholz der Nadelhölzer.

Für die anatomische Bestimmung der Laubhölzer sind gemäß internationaler Vereinbarung (International Association of Wood Anatomists; IAWA Commitee) 163 mikroskopische Merkmale zu beachten (WHEELER et al. 1989). Im Unterschied zu Nadelhölzern besitzen die Laubhölzer spezielle axial verlaufende Röhren zur Wasserleitung (Abb. 12). Im Querschliff sieht man daher die Verteilungsmuster dieser Wasserleitbahnen ("Löcher"). Diese Bahnen heißen Gefäße, Poren oder Tracheen. Die Verteilungsmuster dieser Gefäße liefern am Querschnitt eine wichtige Grobgliederung:

- Ringporige Laubhölzer

Unmittelbar an der Zuwachsgrenze liegen die großen Gefäße des Frühholzes. Sie bilden einen mehr oder weniger geschlossenen Ring, teils aus mehreren Lagen bestehend. In Richtung Spätholz, also in Richtung zum nächsten Porenring, werden die Gefäße ohne merklichen Übergang abrupt kleiner. Beispiel: Weißeiche, Robinie.

- Zerstreutporige Laubhölzer

Innerhalb einer Zuwachszone sind die Gefäße weitgehend von gleichem Durchmesser. Zusätzlich sind sie ziemlich gleichmäßg verteilt. An der Zuwachsgrenze fehlt ein Porenring. Beispiel: Linde, Platane.

- Halbringporige Laubhölzer

Mittelstellung zwischen ring- und zerstreutporig. Die Gefäße des Frühholzes sind gegenüber dem Spätholz entweder deutlich größer oder zahlreicher (Anzahl/mm^2). Der Gefäßdurchmesser nimmt in radialer Richtung zum Spätholz nicht abrupt, sondern mehr oder weniger kontinuierlich ab. Beispiel: Walnuß, Ulmen.

Für die mikroskopische Bestimmung der Laubhölzer müssen weitere anatomische Merkmale an Q-, T- und R-Schliffen kontrolliert werden (Beispiele):

Zuwachsgrenzen deutlich oder undeutlich (Q) ?
Anordnung der Gefäße diagonal, tangential, geflammt (Q) ?
Gefäße nur einzeln, in radialen Gruppen, nesterartig (Q) ?
Gefäßform rundlich oder eckig (Q) ?
Gefäßdurchbrechungen einfach, leiterförmig (T, R) ?
Mittlerer tangentialer Durchmesser der Gefäße (Q) ?
Gefäßtüpfel, Form, Anordnung, Größe (T. R) ?
Holzfasern dick- oder dünnwandig (Q) ?
Axialparenchym fehlend, vorhanden, Verteilungsmuster (Q) ?
Holzstrahlen, Breite, Höhe, homo- oder heterozellular (Q,T,R)
Harzgänge vorhanden (Q, R) ?
Inhaltsstoffe vorhanden (Q, T. R) ?
Prismatische Einzelkristalle in Parenchym- oder Holzstrahlzellen (T, R) ?

Es gibt heute weltweit über 25000 Laubholzarten. Sie verteilen sich, einschließlich holzartiger Zwergsträucher, auf etwa 340 Familien des natürlichen, hierarchisch-taxonomischen Systems. Nur marktgängige Holzarten, etwa 3000, sind in allen technisch-anatomischen Eigenschaften wissenschaftlich hinreichend untersucht.

Palmen

Bei den Palmen wächst die Sproßspitze durch Zellvermehrung nicht nur in die Länge, sondern auch in die Dicke. Im Gegensatz zu den Nadel- oder Laubhölzern sind die Palmen ohne sekundäres Dickenwachstum. Es existiert somit kein Kambium, das in jahreszeitlichem Rhythmus nach innen "Holz" erzeugt. Der Name "Palmenholz" ist allgemein üblich, anatomisch jedoch falsch. Die Leitbündel, Durchmesser 0,5-1,5mm, sind bei den Palmen über die gesamte Fläche des Stammquerschnitts unregelmäßig verteilt. Sie liegen untereinander isoliert in einem lockeren parenchymatischen Grundgewebe. Monomolekulare Kieselsäure konnte als echte Lösung das lockere Grundgewebe meist leicht durchtränken (versteinern), nicht jedoch die schwerer zugänglichen Leitbündel. Sie sind daher häufig ausgefault und zerstört. In Form zahlreicher

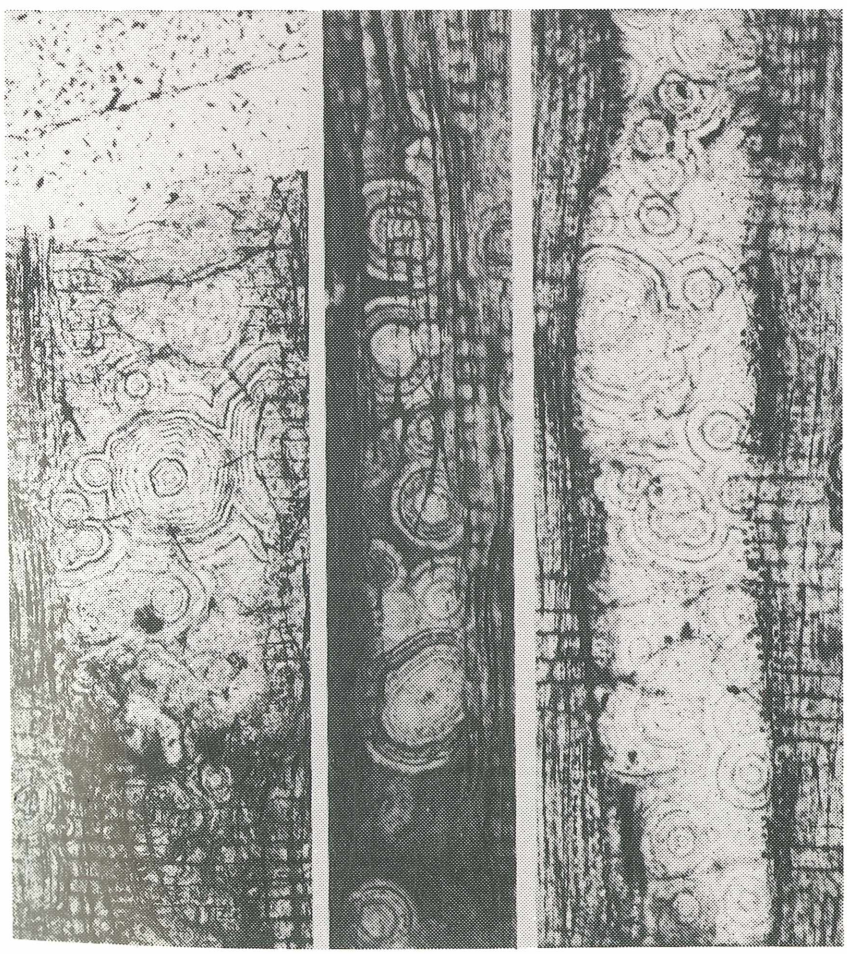

Abb. 8
Längsschliffe. Zonarquarze haben in vielen Kieselhölzern das Holzgewebe lokal zerstört. BSP 1979 XV 512; x125. - Aufnahme A. Selmeier.

 ©bot. Arbeits- und Schutzgem. Bayer. Wald e.V. & Naturw. Ver. Passau e.V.;download www.biologiezentrum.at

"Löcher" oder "Röhren" sind sie am Fundstück mit bloßem Auge sichtbar (Abb. 13). Verkieselte Palmenreste mit erhalten gebliebenen Leitbündeln eignen sich zur anatomischen Beschreibung (JUNG 1981).

3.2 Warum die Endung *-oxylon* ?

Der versteinerte Holzrest ist nur ein spezielles Teilgewebe des einst lebenden Baumes. Unbekannt sind die zugehörigen Blüten, Früchte und Blätter. Der wissenschaftliche Name, z. B. *Laurus* (Lorbeer), bezieht sich jedoch stets auf die Gesamtpflanze, nicht auf Teilbereiche der Baumanatomie. Liegt also nur ein verkieselter Holzrest vor, so wird mit dem Zusatz "*-o-xylon*" (xylon gr. =Holz) kritisch zum Ausdruck gebracht, daß der Fossilrest anatomisch mit dem Holz (Xylem) einer bestimmten Gehölzgattung vergleichbar ist.

Beispiele: *Taxodioxylon* (Sumpfzypresse), *Laurinoxylon* (Lorbeer), *Quercoxylon* (Eiche), *Palmoxylon* (Palme).

3.3 Hilfreiche Informationen

Wer an der Bestimmung fossiler Hölzer interessiert ist, muß sich mit einigen Grundlagen der Holzanatomie vertraut machen. Als einführende Literatur werden die Bücher von GROSSER (1977), SCHWEINGRUBER (1978, 1991) und WAGENFÜHR (1989) empfohlen.

Eine Zeitschrift, die sich nur auf versteinerte Hölzer beschränkt, existiert nicht. Nur die nachfolgend angeführten Fachzeitschriften enthalten in lockerer Folge häufig Beiträge über verschiedenste Aspekte zum Thema "Versteinerte Hölzer":

Palaeontographica, Abteilung B; Stuttgart.
Review of Palaeobotany and Palynology; Amsterdam.
The Palaeobotanist; Lucknow (Indien).
IAWA Journal; Rijksherbarium, Hortus Botanicus, Leiden.
Ferner einige in Sammlerkreisen verbreitete Zeitschriften, z. B. "Der Aufschluß", "Fossilien" und "Lapis".

Eine Bibliographie aller Publikationen über fossile Hölzer aus der Schweiz, aus tertiären Schichten Bayerns und aus Österreich liegt demnächst in einem Schriftenverzeichnis vor (SELMEIER 1995).

Nach mehrjähriger internationaler Zusammenarbeit wurde 1991 eine äußerst wertvolle Datenbank erstellt. Sie gibt Auskunft über die mehr als 1000 bisher publizierten Arbeiten, nur versteinerte Laubhölzer betreffend (WHEELER 1991a, b). Disketten informieren am PC über Gehölzart, Familie, Gattung, anatomische Merkmale, geologisches Alter und Publikation.

4. Mineralienführende Hölzer

HOCHLEITNER (1994) sowie GLAS & MAYR (1994) berichten über das "Einsammeln" von Mineralien durch fossile Hölzer.

Auf Oberflächen, in Klüften und Rissen können Mineralien kristallisieren. Die drei Autoren erwähnen in alphabetischer Reihung von Achat bis Zinkblende ein "stattliches Repertoire" von 58 verschiedenen Mineralien, entdeckt "in" oder "an" fossilen Hölzern.

In diesem Zusammenhang wäre es wünschenswert, auch die Kieselhölzer aus den Donaulandschaften bezüglich ihrer mineralogischen Zusammensetzung zu untersuchen. Zum Thema "Welche Mineralien sind in versteinerten Hölzern zu finden ?" bemerkt R. HOCHLEITNER (1994: 7) sinngemäß: . . . überlassen wir die fossilen Hölzer nicht einfach nur den Paläontologen.

5. Bedeutung und Wert der fossilen Hölzer

Stichwortartig werden abschließend einige Gründe für die Aufsammlung und Untersuchung fossiler Hölzer angeführt:

Ein besonderes Erlebnis und eine nachhaltige Erinnerung verbindet sich stets mit Fundstück, Ort, Landschaft und Tageszeit bei der Entdeckung eines versteinerten Holzes

Freude am bunt gefärbten oder bizarr geformten Fundstück, Unikate mit faszinierenden Farben, Naturstoff Holz vor Jahrmillionen versteinert, Licht- und Farbreflexe polierter, ästhetisch schöner Hölzer, künstlerische Aufnahmen und Ausstellungen durch den Münchner Fotographen Konrad Götz

Fossile Belege über die Entwicklungsgeschichte unserer heutigen Wälder

Abb. 9
Querschliff. *Tempskya*-Fund aus jungquartären Schottern mit echten Adventivwurzeln um die Achse; x 35. - Aufnahme F. Höck, München.

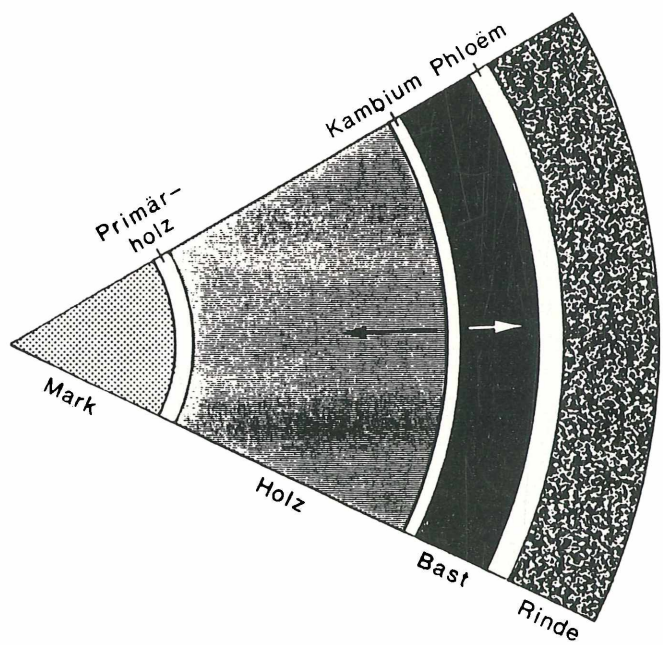

Abb. 10
Kieselhölzer bestehen in der Regel nur aus dem vom Kambium nach innen produzierten Holz (=Xylem). Rinde, Bast oder Mark sind nur ausnahmsweise erhalten. - Zeichnung K. Dossow, München.

 ©Bot. Arbeits- und Schutzgem. Bayer. Wald e.V. & Naturw. Ver. Passau e.V.;download www.biologiezentrum.at

Erhalten gebliebene Gewebestrukturen, ein über Jahrmillionen konservierter Feinbau, sichtbar im Licht- oder Elektronenmikroskop

Botanische Bestimmung des Holzes, der Familie und der Gattung, Bestimmung eventuell bis zur Art

Bei bestimmbaren Gehölzen Hinweis auf Standort, Biotop und Klima

Vergleichende anatomische Studien an geologisch unterschiedlich alten Hölzern zeigen Entwicklungstendenzen der Stammesgeschichte

Aus erhalten gebliebenen Jahresringen ziehen Dendrochronologen Rückschlüsse auf das Paläo-Klima sowie auf Umwelteinflüsse vergangener Erdperioden

Chemiker und Mineralogen analysieren die anorganischen und organischen Inhaltsstoffe sowie die Bildungsstadien der Holzversteinerung, fossile Hölzer sind "Mineraliensammler"

Zoologen oder Forstspezialisten interessieren sich für Fraßgänge von Insekten (Larven) oder den Befall durch marine Bohrmuscheln

Geologen interessiert eine eventuelle Verwertbarkeit versteinerter Hölzer in Bezug auf die Biostratigraphie.

6. Ausblick

Eine eventuell zu gründende Arbeitsgruppe "Fossile Hölzer" hätte bereits umfangreiches Material zur Verfügung. Hinzu kommen noch die in diesem Beitrag nicht erwähnten pyritisierten Hölzer aus Ponholz (Oberpfalz). Optische Geräte, wie Mikroskope oder Binokulare, sind in den Universitätsstädten Regensburg und Passau sowie in den Biologiezentren vieler Schulen vorhanden. Eine fachliche Anleitung für die Bestimmung fossiler Hölzer könnte übernommen werden.

Dank

Ohne die wertvollen Informationen vieler ortskundiger Privatsammler wäre die vorgestellte Fundortliste in dieser Länge nicht möglich gewesen. Stellvertretend für alle namentlich hier nicht genannten Personen, die Informationen über Fundorte versteinerter Hölzer bereitwillig zur Verfügung stellten, danke ich besonders Herrn Heinz Haberda, Deggendorf. Die abgebildeten Dünnschliffe hat Herr H. Mertel, München, angefertigt. Den Herausgebern der Zeitschrift "Der Bayerische Wald" danke ich für die Aufnahme dieses Beitrages.

Schriftenverzeichnis

BAUBERGER, W., UNGER, H. J. et al. (1984): Geologische Karte von Bayern 1: 25 000. Erläuterung zum Blatt-Nr. 7446 Passau. -175 S., 28 Abb., 16 Tab., 8 Beil.; München.

CICHOCKI, O. (1988): Zur Histologie tertiärer Hölzer Österreichs. - 306 S., 50 Abb., 10 Tab., 17 Taf.; Diss. Univ. Wien (unveröff.).

CICHOCKI, O. (1992): Fossile Hölzer aus tertiären und quartären Sedimenten des Mühl-, Wald-, Weinviertels und der Molasse. -In: Proceedings of the Pan-European Palaeobotanical Conference Vienna, 19-23 Sept. 1991, S. 117-120; Wien (Naturhist. Museum Wien).

DERNBACH, U. (1994): Versteinertes Holz, Sammelgebiet für Naturliebhaber, Ästheten und Philosophen. -In: extraLapis No. 7: 81-85, 6 Abb.; München (Chr. Weise).

FELIX, J. (1882): Studien über fossile Hölzer. -81 S., 1 Taf.; Leipzig (Pöschel & Trepte).

FENGEL, D. (1991): Aging and fossilization of wood and its components. -Wood Sci. Technol., 25: 153-177, 24 Abb.; Berlin (Springer).

GLAS, M. & MAYR, H. (1994): Holz, ein Mineraliensammler. -In: extraLapis No. 7: 4-15, 10 Abb.; München (Chr. Weise).

GREGOR, H.-J. (1983): Ein verkieselter Baumstamm aus dem

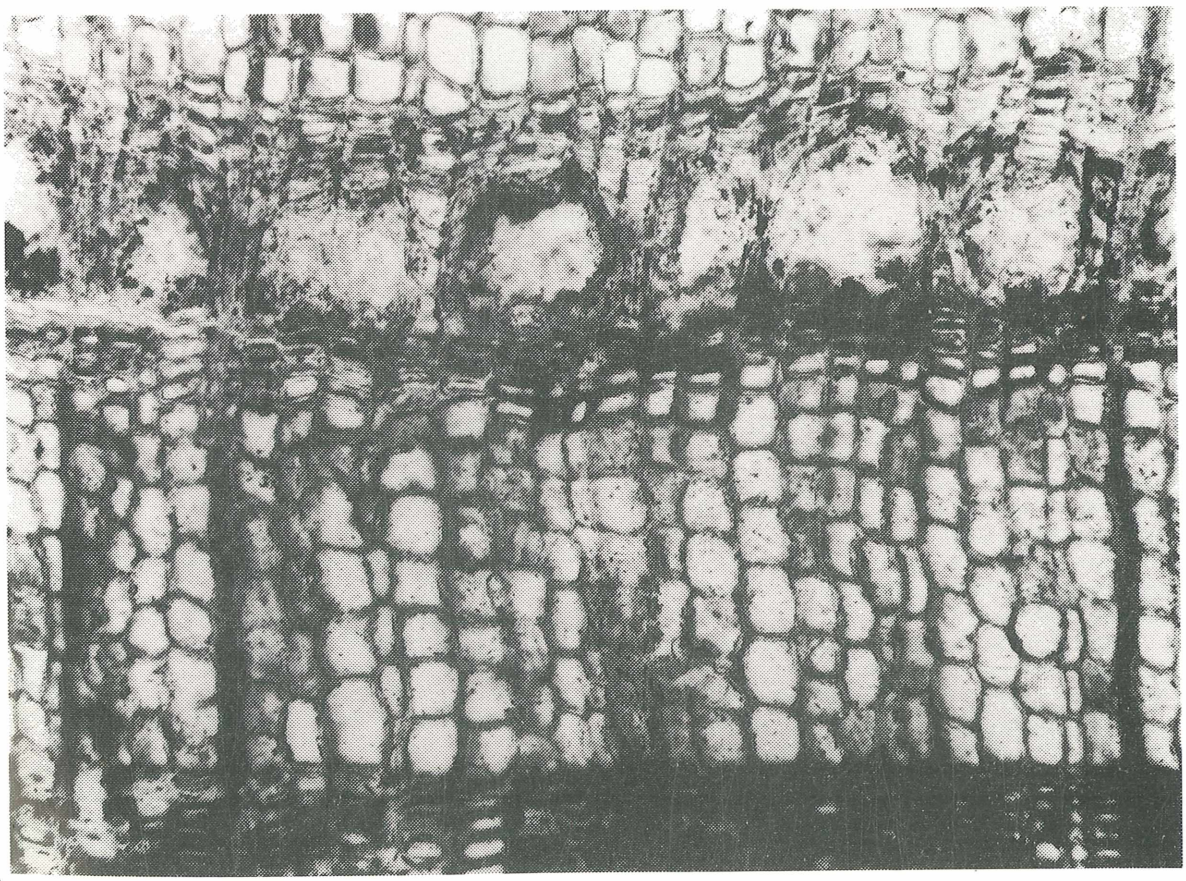

Abb. 11

Querschliff. Verkieseltes Sumpfzypressen-Holz, Familie *Taxodiaceae*, mit tangential gereihten Harzgängen, Fundort Eggmühl. BSP 1969 I 207; x140. - Aufnahme A. Selmeier.

 ot. Arbeits- und Schutzgem. Bayer. Wald e.V. & Naturw. Ver. Passau e.V.;download www.biologiezentrum.at

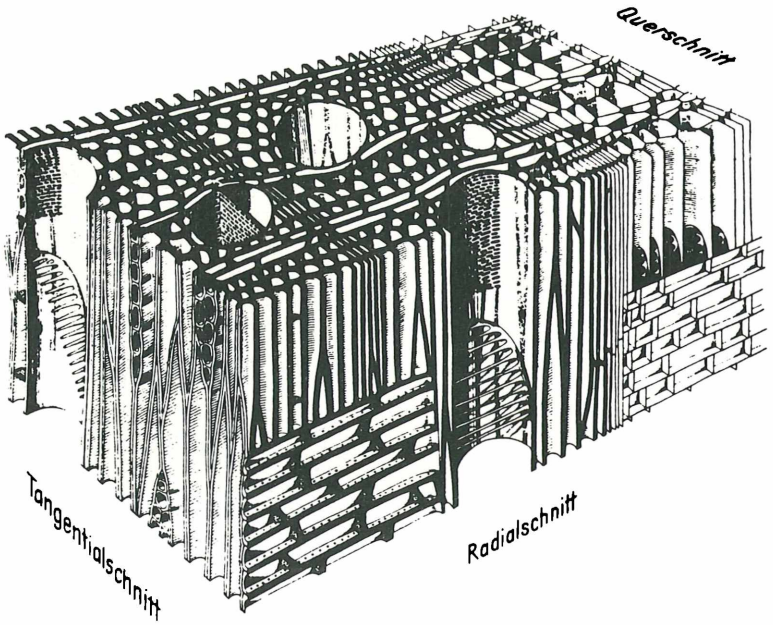

Abb. 12
Räumliche Darstellung der Mikrostruktur eines Laubholzes (Birke).
-Nach K. Mägdefrau, 1951.

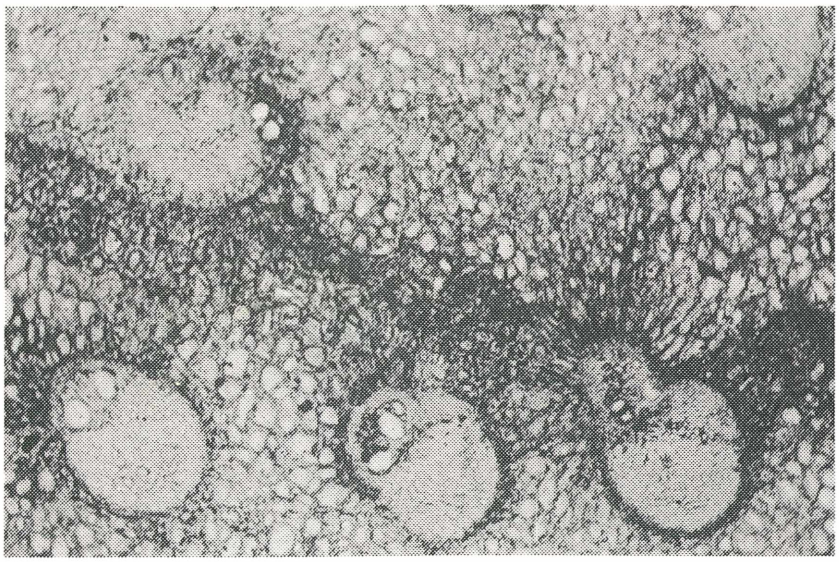

Abb. 13
Querschliff. Verkieseltes Palmen-"Holz", *Palmoxylon* sp., mit fünf rundlich-ovalen Leitbündeln, eingebettet in ein lockeres, parenchymatisches Grundgewebe;
x 20. - Aufnahme A. Selmeier.

Ortenburger Schotter. -Documenta naturae, 12: 38-39, 2 Taf.; München.

GREGOR, H.-J. & HABERDA, H. (1993): Ein Palmenholz aus der Braunkohle der "Älteren Serie" am Südrand des Bayerischen Grundgebirges bei Deggendorf. -Documenta naturae, 80: 50 -54, 1 Abb., Taf. 13, Fig. 1-2, München.

GRIMM, W.-D. (1977): Erd- und Landschaftsgeschichte der Umgebung von Griesbach im Rottal. -Therme, H. 1: 7-13, 8 Abb. 1 Profil; Griesbach i. Rottal.

GROSSER, D. (1977): Die Hölzer Mitteleuropas. Ein mikrophotographischer Lehratlas. -288 S., 87 Abb., 64 Taf., 3 Beil.; Berlin, Heidelberg, New York (Springer).

HABERDA, H. (1982): Fundbericht über Kieselhölzer aus den Donauschottern im Landkreis Deggendorf/Ndb. -Naturwiss. Z. f. Niederbayern, 29: 10-13, 3 Abb.; Landshut.

HAGN, H., HEISSIG, K. & SCHLEICH, H. (1990): Die jungtertiäre Molasse zwischen Vilshofen und Passau. -Der Bayerische Wald, 23: 25-30, unbeziff. Abb.; Passau.

HARDER, H. (1993): Zur Entstehung von verkieselten Hölzern. -Aufschluss, 44: 23-31, 8 Abb.; Heidelberg.

HOCHLEITNER, R. (1994): Holz, ein Mineraliensammler. -In: extraLapis No. 7: 4-10, 14 Abb.; München (Chr. Weise).

HOOKE, R. (1665): Micrographia. London. -Das Buch ist in englischer Sprache geschrieben. - Reprint 1961 (New York).

HOLLEIS, P. & GREGOR, H.-J. (1986): Ein Beitrag zum Problem der Herkunft von Kieselhölzern auf der Südlichen Frankenalb und der Neufund einer *Tempskya* ebenda. -Archaeopteryx, 1986: 51-60; 6 Abb., 2 Tab.; Eichstätt.

JERZ, H. (1993): Geologie von Bayern, II. Das Eiszeitalter in Bayern. -243 S., 74 Abb., 17 Tab.; Stuttgart (E. Schweizerbart).

JUNG, W. (1979): Palmenholz mit Wurzelmantel. -In: Jber. 1978 u. Mitt. Freunde Bayer. Staatssig. Paläont. hist. Geol., 7: 12-13, 1 Abb.; München.

JUNG, W. (1981): Sind die fossilen Palmen aus der Oberen Süßwassermolasse Bayerns umgelagert?-Ber. Bayer. Bot. Ges., 52: 109-116, 2 Taf.; München.

JUNG, W. (1983): *Tempskya*-Funde aus jungquartären Schottern Süddeutschlands. -Mitt. Bayer. Staatslg. Paläont. hist. Geol., 23: 119-124, 2 Taf.; München.

JUNG, W. & GALL, H. (1978): Vom Fossil zum Aschenbecher. Versteinertes Holz und versteinerte Wälder auch in Bayern. -Charivari, 7: 66-71, 13 Abb.; Miesbach.

JUNG, W. (1994): Wälder aus Stein und Kohle. -In: extraLapis No. 7: 24-31, 16 Abb.; München (Chr. Weise).

LANDMESSER, M. (1994): Zur Entstehung von Kieselhölzern. -In: extraLapis No. 7: 49-80, 29 Abb.; München (Chr. Weise).

MÄGDEFRAU, K. (1960): Ein Keuperholz von Furth i. W. (Bayer. Wald). -Geol. Bl. NO-Bayern, 10: 119-121, 4 Abb; Erlangen.

MÄGDEFRAU, K. (1992): Geschichte der Botanik. -2. Aufl., 359 S., 160 Abb.; Stuttgart, Jena, New York (G. Fischer).

 ©Bot. Arbeits- und Schutzgem. Bayer. Wald e.V. & Naturw. Ver. Passau e.V.;download www.biologiezentrum.

PFAFFL, F. (1985): Das Mikroskop in der Geschichte der Geowissenschaften. -67 S., 16 Abb.; Zwiesel (Dötsch).

MERBELER, J. (1984): Anschliff, Dünnschliff, Folienabzug. -Fossilien, 1: 38-44, 10 Abb.; Korb (Goldschneck).

REITER, E. (1980): Über fossile Hölzer. -Der Mineraliensammler, F. 4: 6-16, 4 Abb.; Linz.

REITER, E. (1986): Gesammelte Protokolle der Mineralogischen Arbeitsgemeinschaft am oberösterreichischen Landesmuseum 1981-1985. -Unveröff. Manuskript, III + 51 S., 14 Abb.; Linz.

REITER, E. (1989): Ein kleiner Beitrag zu Fossilvorkommen und zur geologisch-paläontologischen Literatur der oberösterreichischen Molasse. - Ber. Anselm Desing-Verein (Naturwiss. Sig. Kremsmünster), 16: 2-31; Kremsmünster.

RUMPEL, D. & ZASTROW, E. (1982): Radioaktivität von Kieselhölzern. -Geol. Bl. NO-Bayern, 32: 35-42, 3 Abb., 1 Tab.; Erlangen.

SCHMOTZ, K., GREGOR, H. -J. & UNGER, H. J. (1983): Zur Archäologie und Geologie des Gebietes Natternberg bei Deggendorf-vorläufiger Bericht. -Documenta naturae, 9: 1-15, 3 Kt. München.

SCHWEINGRUBER, F. H. (1978): Mikroskopische Holzanatomie. -226 S., Reufen AR (Flück-Whith).

SCHWEINGRUBER, F. H. (1990): Atlas mitteleuropäischer Hölzer. -802 S., 3473 Abb., 589 Zeichn.; Bern u. Stuttgart (P. Haupt).

SEITNER, L. (1987): Miozäne Mikrofloren aus Sedimenten der Süßbrackwassermolasse und der Oberen Süßwassermolasse Süddeutschlands. -352 S., 119 Taf., 14 Beil., Anhang I-XVI; Diss. Univ. München (Fotodruck).

SELMEIER, A. (1968): Ein jungtertiäres Lorbeerholz aus der Moldanubischen Serie westlich von Alkofen (Niederbayern). -Ber. Naturwiss. Ver. Landshut, 23: 113-137, 4 Abb., 5 Taf. 1 Tab.; Landshut.

SELMEIER, A. (1971): Ein verkieseltes Eichenholz aus jungtertiären Schichten Niederbayerns (Aidenbach). Mitt. Bayer. Staatssig. Paläont. hist. Geol., 11: 205-222, 5 Abb., 2 Taf. München.

SELMEIER, A. (1982a): Warum sollen Fundorte versteinerter Hölzer gemeldet werden?-Naturwiss. Z. f. Niederbayern, 29: 76-79, 2 Abb.; Landshut.

SELMEIER, A. (1982b): Untersuchungen an Kieselhölzern des südbayerischen Jungtertiärs. -Freunde Bayer. Staatssig. Paläont. hist. Geol., München e. V. -Jahresb. 1981 u. Mitt. 10: 15-30, 3 Abb.; München.

SELMEIER, A. (1983): *Carapoxylon ortenburgense* n. sp. (*Meliaceae*) aus dem untermiozänen Ortenburger Schotter von Rauscheröd (Niederbayern). -Mitt. Bayer. Staatssig. Paläont. hist. Geol., 23: 95-117, 6 Abb., 4 Taf.; München.

SELMEIER, A. (1984): Kleinporige Laubhölzer (*Rosaceae*, *Salicaceae*) aus jungtertiären Schichten Bayerns. -Mitt. Bayer. Staatssig. Paläont. hist. Geol., 24: 121-150, 14 Abb., 3 Taf. München.

SELMEIER, A. (1985): Jungtertiäre Kieselhölzer (*Bombacaceae*, *Tiliaceae*, *Meliaceae*) aus dem Ortenburger Schotter von Rauscheröd (Niederbayern). -Münchner Geowiss. Abh., Reihe A, Geologie und Paläontologie, 6: 89-140, 9 Abb., 10 Taf.; München.

SELMEIER, A. (1986a): Verkieselte Fagaceen-Hölzer aus jungtertiären Schichten Bayerns. -Cour. Forsch. -Inst. Senckenberg, 86: 233-247, 9 Abb.; Frankfurt a. M.

SELMEIER, A. (1986b): Jungtertiäre Kieselhölzer aus Rauscheröd (Niederbayern). -Cour. Forsch. -Inst. Senckenberg, 86: 249-260, 2 Abb., 2 Taf.; Frankfurt a. M.

SELMEIER, A. (1989a): Ein verkieselter Mahagonistamm (*Meliaceae*) aus dem Ortenburger Schotter. -Naturwiss. Z. für Niederbayern, 31: 81-106, 15 Abb.; Landshut.

SELMEIER, A. (1989b): Funde verkieselter Hölzer aus dem nordalpinen Molassebecken und einigen Randgebieten. -Geologica Bavarica, 94: 409-446, 8 Abb.; München.

SELMEIER, A. (1990): Anatomische Untersuchungen an verkieselten Hölzern. -Holz als Roh- und Werkstoff, 48: 111-113, 3 Abb. Berlin (Springer).

SELMEIER, A. (1991a): Kieselhölzer aus jungtertiären Schichten Bayerns. -Hoppea, Denkschr. Regensb. Bot. Ges. 50: 97-110, 7 Abb.; Regensburg.

SELMEIER, A. (1991bc): Verkieselte *Castanea*-Hölzer aus dem Neuburger Wald bei Passau (Niederbayern). -Mitt. Bayer. Staatssig. Paläont. hist. Geol., 31: 149-165, 9 Abb., 5 Tab. München.

SELMEIER, A. (1992a): Verkieselte Eichenhölzer, *Quercoxylon* KRÄUSEL 1939, aus jungtertiären Schichten des nordalpinen Molassebeckens. -Cour. Forsch. -Inst. Senckenberg, 147: 295-307, 5 Abb.; Frankfurt a. M.

SELMEIER, A. (1992b): 400 Millionen Jahre Wald. -In: Kapital Wald. Wahrheit und Hoffnung, (Hsgr. Wenzel-Jelinek, M.), S. 209-214; Heidelberg, Berlin, New York (Spektrum).

SELMEIER, A. (1994): Schriftenverzeichnis. -München (Wissenschaftlicher Verlag Dr. F. Pfeil).

SELMEIER, A. (1995): Fossile Holzreste aus dem nordalpinen Molasse-Becken. -111 Taf., ca. 1000 Abb.; (In Vorbereitung).

SELMEIER, A. & VOGELLEHNER, D. (1968): *Podocarpoxylon triassicum* n. sp., ein phylogenetisch bedeutsames "modernes" Sekundärholz aus dem Keuper von Franken. -N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 132 (1): 70-86, 3 Abb., 5 Taf., 7 Tab.; Stuttgart.

UNGER, H. J. (1976): Die Obere Süßwassermolasse zwischen Inn und Donau. -Naturwiss. Z. f. Niederbayern, 26: 115-134, 7 Abb., 1 Tab.; Landshut.

UNGER, H. J. (1979): Die Obere Süßwassermolasse zwischen Inn und Donau. -Aspekte, 1: 14-35, 7 Abb., 2 Tab.; Mühldorf a. Inn (G. Raschke).

UNGER, H. J. (1983): Die Forschungsbohrungen Osterhofen GLA 1-5, die Stratigraphie des tieferen Untergrundes und die Lagerung des Ortenburger Schotters. -Verh. Geol. B. Anst., Jg. 1982: 285-311, 11 Abb., 2 Tab.; Wien.

UNGER, H. (1989): Die Lithozonen der Oberen Süßwassermolasse Südostbayerns und ihre vermutlichen zeitlichen Äquivalente gegen Westen und Osten. -Geologica Bavarica, 94: 195-237, 16 Abb., 5 Tab.; München.

UNGER, H. J. (1991): Anmerkungen zur Geologie des Landkreises Deggendorf. -Deggendorfer Geschichtsblätter, H 12: 138-149, 4 Abb.; Deggendorf (Geschichtsverein).

VOGELLEHNER, D. (1965): Untersuchungen zur Anatomie und Systematik der verkieselten Hölzer aus dem fränkischen und südthüringischen Keuper. -Erlanger geol. Abh., 59, 76 S., 14 Taf., 58 Tab.; Erlangen.

WAGENFÜHR, R (1989): Anatomie des Holzes. -334 S., 143 Abb., 50 Tab: , Bildanhang; Leipzig (VEB).

WHEELER, ELISABETH, A. (1991a): Fossil wood database 11 March 1991. - 32 S.; Raleigh, USA (North Carolina State University).

WHEELER, ELISABETH, A. (1991b): Database references: March 1991. - 21 S.; Raleigh, USA (North Carolina State University).

WHEELER, ELISABETH, A., BAAS, P. & GASSON, P. E. (1989): IAWA list of microscopic features for hardwood identification. -IAWA Bulletin n. s., Vol. 10: 219-332, 190 Abb.; Leiden (Rijksherbarium).

WITHAM, W. (1831): Observations on fossil vegetables. -48 S., 5 Taf. Edinburgh (W. Blackwood), London (T. Cadell).

ZIEGLER, R. & Fahlbusch, V. (1986): Kleinsäuger-Faunen aus der basalen Oberen Süßwasser-Molasse Niederbayerns. Zitteliana, 14: 3-58, 31 Abb., 17 Tab., 10 Taf.; München.

Anschrift des Verfassers

Prof. Dr. Alfred Selmeier

Institut für Paläontologie und historische Geologie

der Universität München

Richard-Wagner-Straße 10

D-80333 München

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Der Bayerische Wald

Jahr/Year: 1994

Band/Volume: 8_2

Autor(en)/Author(s): Selmeier Alfred

Artikel/Article: Kieselhölzer aus dem Donauraum zwischen Regensburg und Passau 9-19